

**成都远向电子科技有限公司产品说明书**

产品型号：YX-AO-02

全部资料下载地址：http://ask.zstel.com:8090

技术支持服务电话：028-64267900

技术支持专员企业QQ：3183329475

官网网站：https://www.cdyxiot.com/

硬件/软件技术定制热线：19150158475 张工

## 目录

[目录 2](#_Toc82099683)

[一、 产品概述 3](#_Toc82099684)

[1.1 概述 3](#_Toc82099685)

[1.2 性能特性 3](#_Toc82099686)

[1.3技术参数 3](#_Toc82099687)

[二、 外观尺寸 5](#_Toc82099688)

[2.1 产品外观 5](#_Toc82099689)

[2.2产品尺寸图 5](#_Toc82099690)

[三、 产品接线图、跳线、指示灯说明 7](#_Toc82099691)

[3.1 端子接口 7](#_Toc82099692)

[3.2 接线图 7](#_Toc82099693)

[3.3 跳线 8](#_Toc82099694)

[3.4 LED指示灯 8](#_Toc82099695)

[四、ModbusRTU通讯协议地址以及案例说明 10](#_Toc82099696)

[4.1 通讯协议 10](#_Toc82099697)

[4.2 寄存器地址 10](#_Toc82099698)

[4.3 Modbus RTU功能码 10](#_Toc82099699)

[4.4 Modbus通讯实例 11](#_Toc82099700)

[五、软件操作 13](#_Toc82099701)

[5.1 配置软件 13](#_Toc82099702)

[5.2 配置基本参数 14](#_Toc82099703)

[5.3 模拟量通道校准相关参数 15](#_Toc82099706)

[5.4 其他功能 16](#_Toc82099707)

[六、协议详解 22](#_Toc82099708)

[6.1 功能码描述 22](#_Toc82099709)

[6.2 CRC校验算法 28](#_Toc82099711)

[七、更改记录 31](#_Toc82099712)

## 产品概述

### 概述

YX-AO-02是一款工业级标准模拟量采集-输出产品，共有 模拟量2个测量通道。每个通道均可以分别设置多种量程。拥有2个模拟量输出通道，可实现0.5%精度模拟量输出数值化控制。RS-485 通讯接口使用标准 Modbus RTU 协议，符合工业标准。

### 1.2 性能特性

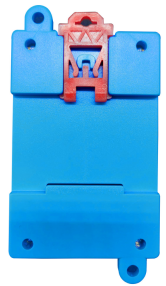
* 防死机硬件看门狗
* 12～36V带防反接、过压过流保护电源
* 2路模拟量电流输入0～20mA
* 2路模拟量电流输出0～20mA
* 12位分辨率，AI输入0.1%精度，AO输出0.5%精度
* 高性能低功耗32位ARM嵌入式CPU
* 支持ModbusRTU从站协议
* 1路指示灯
* 带防雷、静电保护RS485通讯接口
* 工业机温度范围，应对严苛现场环境
* 自定义线性模拟量数据转换
* 支持标准导轨安装

### 1.3技术参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模拟量输入接口 | AI | 2路单端 |
| AI分辨率 | 12bit |
| AI量程 | 0～20mA |
| 精度 | 0.1% |
| 采集速度 | 单通道固定1kHz |
| AI输入阻抗 | 0～20mA 120Ω |
| 模拟量输出接口 | AO | 2路单端 |
| AI分辨率 | 12bit |
| AO量程 | 0～20mA |
| 精度 | 0.5% |
| 负载阻抗建议 | 100～250Ω |
| 通讯接口 | 通讯接口 | RS485 |
| 波特率 | 1200～115200bps |
| 数据格式 | 8N1,8O1,8E1,8N2,8O2,8E2 |
| 通讯协议 | ModbusRTU |
| 过压保护 | 45V |
| 电源参数 | 电源规格 | DC 12～36V |
| 功耗 | 12V-0.5W |
| 工作环境 | 工作温度、湿度 | -40℃～85℃，0%RH～95%RH |
| 其他 | 尺寸 | 82\*54\*32 |

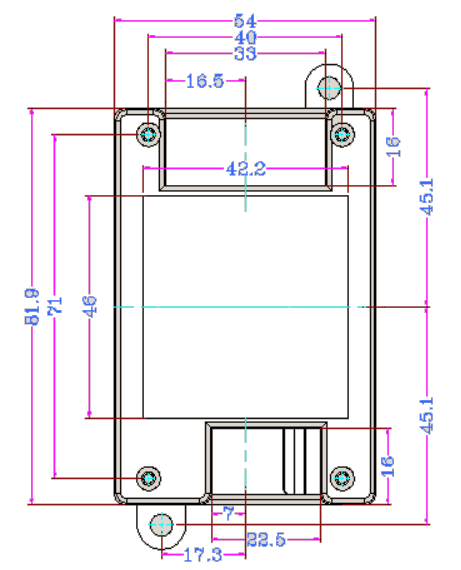
## 外观尺寸

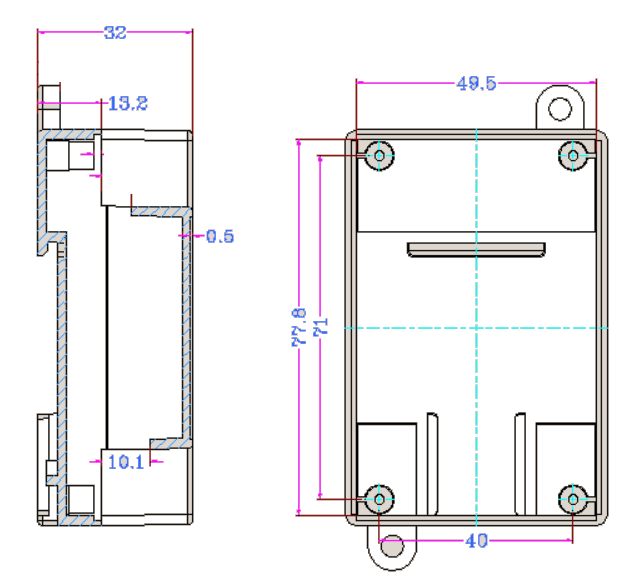
### 2.1 产品外观

长：82，宽：54，高：32MM

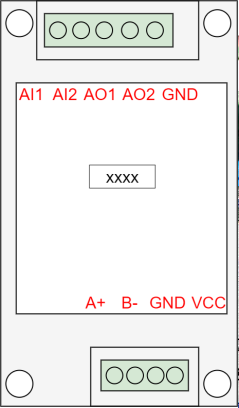
### 2.2产品尺寸图





## 产品接线图、指示灯说明

### 3.1 端子接口

* **顶部5槽接线位：**

AI1： 模拟量输入通道1

AI2： 模拟量输入通道2

AO1： 模拟量输出AO1

AO2： 模拟量输出AO2

GND： 电源负极

* **底部4槽接线位**：

A+： RS485通讯线A

B+： RS485通讯线B

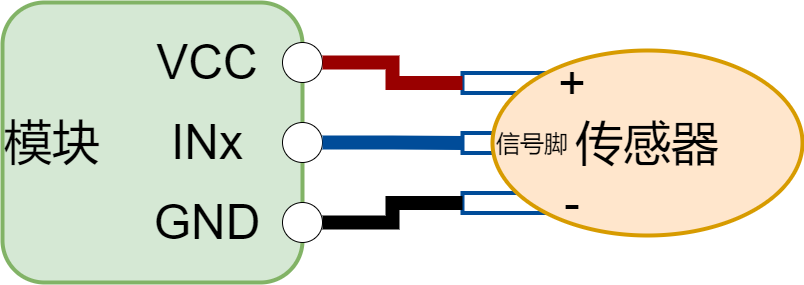
GND： 电源负极

VIN： 电源正极

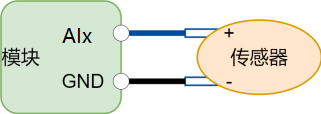
### 3.2 接线图

（1）模拟量输入接线图

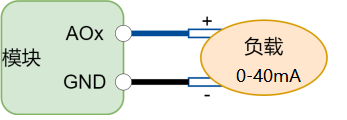
有源传感器（3线制）：



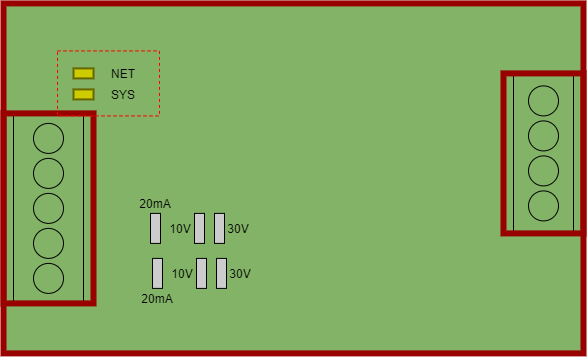
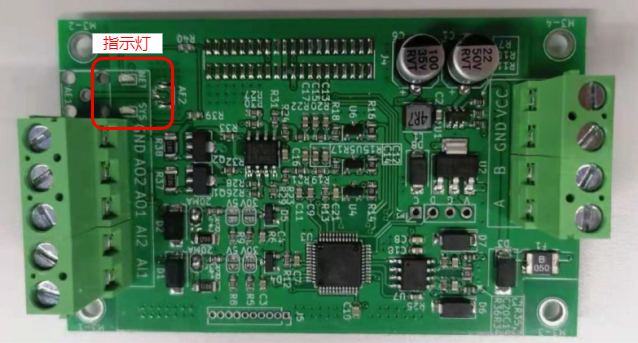
有源传感器(2线制)：



（2）模拟量输出接线图



### 3.4 LED指示灯

2个LED指示灯：

* SYS：系统状态灯，正常运行时每秒闪烁一次，有串口数据通信时也会闪烁

## 四、ModbusRTU通讯协议地址以及案例说明

### 4.1 通讯协议

本产品支持标准Modbus RTU从站协议，能够支持标准Modbus RTU组态软件，详细内容介绍参考本文第六章内容

### 4.2 寄存器地址

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 寄存器地址 | 名称 | 字节数 | 说明 | 备注 |
| 模拟量输入 | | | | |
| 0x0000(0) | AI1\_H | 2 | 模拟量输入通道 1 高 | 每个模拟量通道占 2 个 Modbus 寄存器，4 个字节，格式为浮点数，浮点数格式符合IEEE 754 标准  0~20mA: 0~20.0 |
| 0x0001(1) | AI1\_L | 2 | 模拟量输入通道 1 低 |
| 0x0002(2) | AI2\_H | 2 | 模拟量输入通道 2 高 |
| 0x0003(3) | AI2\_L | 2 | 模拟量输入通道 2 低 |
| 0x0100(256) | AI1\_D | 2 | 模拟量输入通道1 | AI整数寄存器  0~20mA：000~2000 |
| 0x0101(257) | AI2\_D | 2 | 模拟量输入通道2 |
| 模拟量输出 | | | | |
| 0x1100(4352) | AO1\_D | 2 | 模拟量输出通道1 | AO整数寄存器  0~20mA：0~4095 |
| 0x1101(4353) | AO2\_D | 2 | 模拟量输出通道2 |

### 4.3 Modbus RTU功能码

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 功能码 | 操作 | 说明 |
| 01 | 读取单位DO状态 | Bit位表示DO输出状态 |
| 03 | 读取AI，DO寄存器值 | 读取AI，DO寄存器值 |
| 04 | 读取AI，DO寄存器值 | 读取AI，DO寄存器值 |
| 05 | 写单个DO | 0xFF00：闭合;0x0000：断开 |
| 06 | 写单个DO | 0x0001：闭合;0x0000：断开 |
| 0F | 写多个DO | 参照本文第六章内容 |
| 10 | 写多个DO | 参照本文第六章内容 |

详细讲解参照本文第六章内容

### 4.4 Modbus通讯实例

#### （1）读取AI：

给定输入 4.96

##### a．用03功能码读取浮点数AI1:

发送：01 03 00 00 00 02 C4 0B

接受：01 03 04 40 9E E7 CF 85 B9

4.96 IEE浮点数十六进制为（40 9E E7 CF）

##### b．用04功能码读取浮点数AI1：

发送：01 04 00 00 00 02 71 CB

接受：01 04 04 40 9E CE 1F 9A 02

##### c．用03功能码读取整数AI1：

发送：01 03 01 00 00 01 85 F6

接收：01 03 02 01 F0 B9 90

整数读出数值为 496（0x01F0）

##### d．用04功能码读取整数AI1：

发送：01 04 01 00 00 01 30 36

接收：01 04 02 01 F0 B8 E4

整数读出数值为 496（0x01F0）

#### （2）设置AO输出:

设置AO输出4.9mA模拟量

##### 用10功能码写浮点数AO

发送: 01 10 10 00 00 02 04 40 9C CC CD 7F 14

接受: 01 10 10 00 00 02 45 08

浮点数设置值为4.9（40 9C CC CD）测量输出端即可量出4.9mA电流

##### 用10功能码写整数AO

发送: 01 10 11 00 00 01 02 03 EB E7 EE

接受: 01 10 11 00 00 01 04 F5

浮点数设置值为1003（1003=4095\*4.9/20）测量输出端即可量出4.9mA电流

##### 用03功能码读取浮点数AO值

发送: 01 03 10 00 00 02 C0 CB

接受: 01 03 04 40 9C CC CD BB 48

##### 用03功能码读取整数AO值

发送: 01 03 11 00 00 01 81 36

接受: 01 03 02 03 EB F8 FB

## 五、软件操作

设备参数配置教程，结合《用户测试文档》即可对设备进行简单测试

### 5.1 配置软件

参数配置软件介绍：



5.1.1 配置软件包含有:

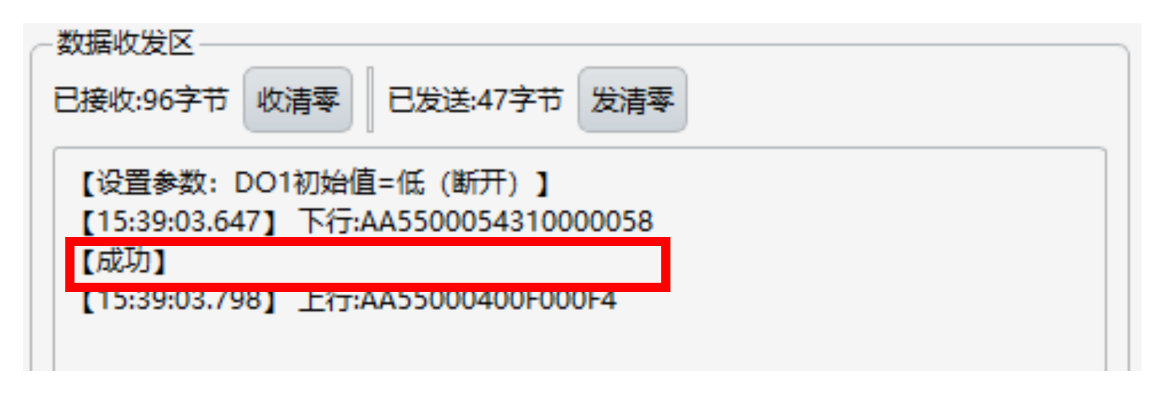
* 功能区: 包含有配置软件所支持功能,以及功能那个切换选项
* 参数配置主区域: 参数配置主要区域，参数项的读取、写入临时列表
* 串口/命令集区: 涉及模块的参数读、写、重启等操作
* 串口日志区: 命令集的操作日志

5.1.2参数配置准备：

1. 用USB-485工具连接设备到电脑
2. 在串口配置框内配置串口波特率、停止位、校验位、数据位;（默认波特率9600，数据位8，停止位1，校验位None）
3. 选择串口配置框子项“命令集”



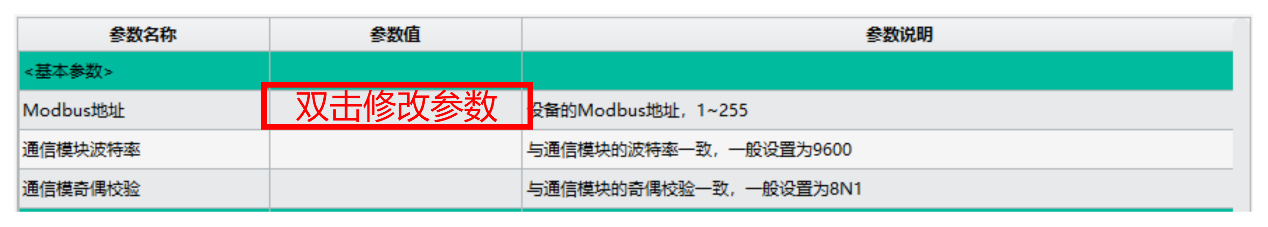
1. 点击“读取参数”命令按钮，读取设备参数（不同设备拥有不同指令集）
2. 双击对应参数项的“参数值”，然后对参数进行修改
3. 修改完参数后需要点击命令集里的“设置参数”，写入到模块中
4. 写入完成在日志区域会提示成功。



1. 通过点击“重启设备”按钮，重启模块设备使配置参数生效

### 5.2 配置基本参数

该系列参数涉及到对485通讯Modbus协议相关配置。



* Modbus地址：Modbus地址参数,可设置1～255
* 通讯模块波特率：设备485通讯波特率（波特率支持主流的波特率选项）
* 通讯模块就校验：设备485通讯奇偶校验位，可配置8N1,8E1,8O1...

### 5.3 模拟量通道校准相关参数

本系列参数用于模拟量读数转换，RTU采集模块默认读取出来的读数值为采集的电压值，接传感器时有事会用到将电压值转换为实际传感器读数。则可以使用本系列参数实现读数转换功能。



* AIx增益值gain: AIx数值转换公式中的增益值(详细使用参考后续说明)
* AIx比例值ratio: AIx数值转换公式中的比例值(详细使用参考后续说明)
* AIx偏移值offset: AIx数值转换公式中的偏移值(详细使用参考后续说明)

#### **5.4.1转换原理讲解**

模拟量读数转换公式如下（例：将电压转换为温度值）

AIx即转换后数值：

adc 为转换前读数值

ratio 为设定比例系数（初始为1.0）

offset 为设定位置系数（初始为0.0）

#### **5.4.2 校准实例**

本案例举例说明如何将一个0～20mA对应 -40℃～120℃的温度传感器输出的电压值转换为实际温度读数。

* 已知温度传感器 输出模拟量范围是 0～20mA。
* 计算需要比例（ratio）、偏移（offset）三个参数值。

根据传感器参数可知

0

代入 ratio、offset计算公式中可得

ratio = [120 – (-40)] / (20 - 0) = 8

offset = {[20 \* (-40)] – [0 \* (120)]} / (20 - 0) = -40

* 根据将计算后的参数代入转换公式即可得

传感器输出模拟量4mA ---> 传感器温度读数 = 4\*8–40= -8℃

传感器输出模拟量20mA --> 传感器温度读数 = 20\*8–40= 120℃

### 5.5 其他功能

#### 5.5.1校准模拟量精度

当系统精度不够时，产品提供一个用户精度校准功能

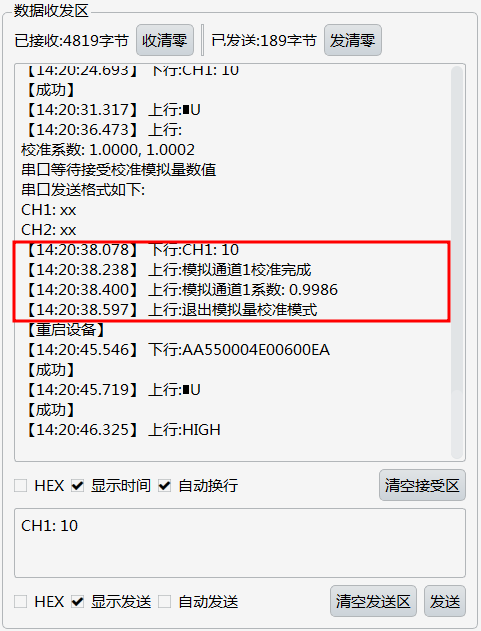
（1）设备串口连接上电脑，点击“命令集”中“校准模拟量精度”按钮进行模拟量校准



1. 取消勾选显示区“HEX”复选框，等到接受区提示如下内容时执行下一步



1. 给定模拟量CHx通道恒定基准信号（注意通道量程）
2. 发送通道基准信号格式 “CHx：xx”（例：“CH1：10”）注意取消勾选发送区“HEX”复选按钮
3. 等待设备提示校准消息



1. 重启设备

#### 5.5.2 RTU数据可视化测试

参数配置软件包含有RTU数据可视化功能,可实现简单的模块功能测试。

操作步骤如下图：



* 选择“RTU可视化”界面
* 配置USB转485通讯参数并打开串口
* 设置Modbus子站地址为默认“1”
* 点选“自动读取”复选框

注意: 此时界面左侧仪表盘会根据模拟量信号源的输出显示对应电压读数，右侧会有上下行通讯报文。**若无上行数据请检查USB-485转换器是否正常工作，或尝试模块485 AB之间接120欧电阻。**

详细的测试演示可参考“用户测试文档”

### 6.1 错误码描述

错误码含义：当DTU收到错误的Modbus指令时，会返回功能码为请求功能码+0x80，紧随着一个字节的错误码代表出错原因。

错误码01：表示不支持的功能码，RTU支持上述8种功能码，除此之外的功能码都会返回错误码为01的错误。

错误码02：表示起始地址不存在或者起始地址加上寄存器数量后的地址不存在。总的来说表示访问的寄存器不存在。

错误码03：表示寄存器数量不符合规范或者寄存器值非法。

错误码04：表示读写寄存器错误。

### 6.2 CRC校验算法

CRC即[循环冗余校验码](https://baike.baidu.com/item/%E5%BE%AA%E7%8E%AF%E5%86%97%E4%BD%99%E6%A0%A1%E9%AA%8C%E7%A0%81)（Cyclic Redundancy Check ）：是数据通信领域中最常用的一种查错校验码，其特征是信息字段和校验字段的长度可以任意选定。循环冗余检查（CRC）是一种数据传输检错功能，对数据进行多项式计算，并将得到的结果附在帧的后面，接收设备也执行类似的算法，以保证数据传输的正确性和完整性。

ModbusRTU的CRC16计算初值: 0xFFFF

ModbusRTU的CRC16计算多项式0xA001 (二进制:1010 0000 0000 0001)

附CRC校验算法代码：

uint16\_t mb\_crc( uint8\_t\* snd, uint16\_t num )

{

    uint8\_t CRC\_Lb, CRC\_Hb;

    uint8\_t CRC\_L, CRC\_H;

    uint16\_t crc;

    CRC\_H = 0xFF;

    CRC\_L = 0xFF;

    for ( uint16\_t i = 0; i < num; i++ ) {

        CRC\_L = CRC\_L ^ snd[ i ];

        for ( uint16\_t j = 0; j < 8; j++ ) {

            CRC\_Lb = CRC\_L;

            if ( ( CRC\_L & 1 ) == 1 ) {

                CRC\_L  = ( CRC\_L - 1 ) / 2;

                CRC\_Lb = CRC\_L;

                CRC\_Hb = CRC\_H;

                if ( ( CRC\_H & 1 ) == 1 ) {

                    CRC\_L  = CRC\_L + 128;

                    CRC\_Lb = CRC\_L;

                    CRC\_H  = ( CRC\_H - 1 ) / 2;

                    CRC\_Hb = CRC\_H;

                } else {

                    CRC\_H  = CRC\_H / 2;

                    CRC\_Hb = CRC\_H;

                }

                CRC\_L  = CRC\_L ^ 1;

                CRC\_Lb = CRC\_L;

                CRC\_H  = CRC\_H ^ 0xA0;

                CRC\_Hb = CRC\_H;

            } else {

                CRC\_L  = CRC\_L / 2;

                CRC\_Lb = CRC\_L;

                CRC\_Hb = CRC\_H;

                if ( ( CRC\_H & 1 ) == 1 ) {

                    CRC\_L  = CRC\_L + 128;

                    CRC\_Lb = CRC\_L;

                    CRC\_H  = ( CRC\_H - 1 ) / 2;

                    CRC\_Hb = CRC\_H;

                } else {

                    CRC\_H  = CRC\_H / 2;

                    CRC\_Hb = CRC\_H;

                }

            }

        }

    }

    crc   = CRC\_L;

    crc <<= 8;

    crc  |= CRC\_H;

    return crc;

}

## 七、更改记录

v1.6

\* 新增AI整数段寄存器读取说明以及示例

v1.5

\* 更新有源、无源接线方式

v1.4

\* 更新外壳尺寸图

\* 更新电池检测接线方式

v1.3

\* 接线图新增三线制

v1.2

\* 修改接线图，调整文字字体

v1.1

\* 修改3.1接线图，3.2跳线图，3.3LED指示灯配图

v1.0

\* 第一版编写